

Räkna om ppm till mg/Nm³ normaliserat till 10% O₂ !

Med de nya miljökraven enligt CEN-standard följer nya enheter för vad vi skall ange som gränsvärden. Vi kommer att få vänja oss vid en ny sort som heter **mg/Nm³ rökgas vid 10% O₂** (för lokaleldstäder dock 13% O₂).

För pannor upp till 150 kW effekt finns ett förslag till CEN-standard framtaget (prEN 305-5). I svensk lagstiftning (BBR) har vi i dagsläget enbart infört kraven på OGC och följer där Europaförslaget.

Klass		3	3	3
Bränsletillf.	Effekt (kW)	Koloxid (CO)	Totalkolväte (OGC)	Stoft
Manuell:	< 50	5000	150	150
	50- 150	2500	100	150
Automatisk	< 50	3000	100	150
	50- 150	2500	80	150

Utsläppsvärden i mg/nm³ vid 10% O₂

För lokaleldstäder har standardiseringsarbetet förslagit ny provtagningsmetod och utsläppsvärden har tagits fram i två arbetsgrupper under den tekniska kommittén TC 295 och förslaget är på väg att antas. Förslaget till standard för lokaleldstäder enligt EN innehåller endast utsläppskrav på kolmonoxid (CO).

Den svenska inställningen är dock att man i Sverige även vill ha med krav på totalkolväte (OGC) även för lokaleldstäder, men att man kan acceptera en något högre utsläppsnivå än för pannor. Detta kan t.ex. göras genom att acceptera att utsläppen normaliseras till 13% O₂ istället för 10% O₂.

Europanormen kan komma att innebära en mindre lättnad av utsläppskraven jämfört med dagens svenska krav. De nya miljökraven tar dessutom hänsyn till utrustningens luftöverskott och missgynnar därmed produkter som med luftöverskott och försämrade verkningsgrad kunnat klara tidigare ställda miljökrav. Därför är de nya kraven bättre och på sikt tvingar de tillverkarna att prioritera, och ta fram utrustning, med både bra miljöprestanda och hög verkningsgrad.

De nya kraven ger också mer information till såväl konsument som tillverkare. Det är nu möjligt att följa ett förbränningsförlopp mer eller mindre "on line" och därmed kan man som tillverkare lättare se var i förbränningsförloppet ev. störningar bildas. Sannolikt kommer dessa nya miljökrav att starta en utveckling av en ny och ändå bättre eldningsteknik för biobränsle.

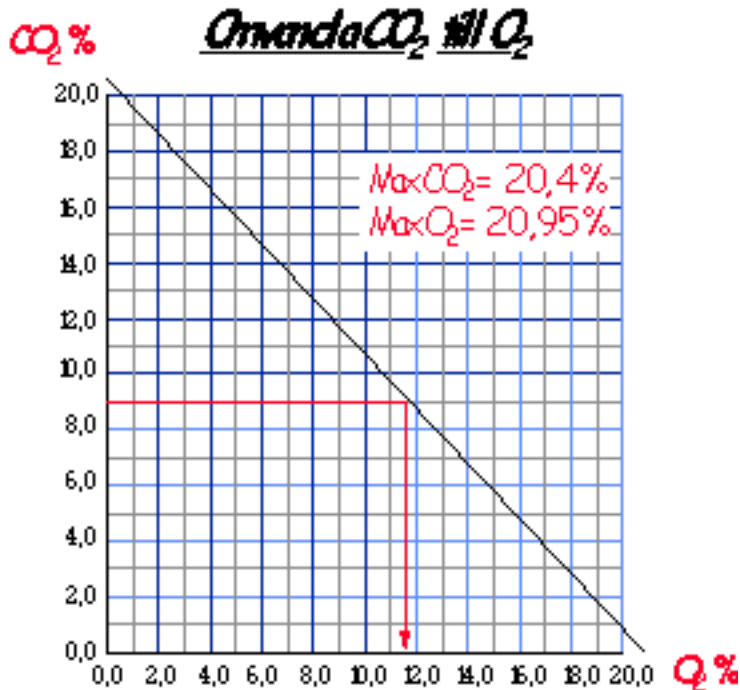
Men vad är det egentligen man mäter och hur uppstår sorten mg/Nm³ vid 10% O₂? Den nya enheten är ingenting som man kan läsa av direkt på ett instrument, utan enheten måste beräknas med utgångspunkt från de mätdata som man läser av. Jag skall här nedan i fyra steg försöka redogöra för hur detta går till.

1. Omvandla CO₂ till O₂.

En viktig parameter är luftöverskottet. Det kan mätas som antingen som % CO₂ eller som % O₂. Dessa värden säger egentligen samma sak fast utgår från olika håll.

För de fortsatta beräkningarna är det bara O₂-halten som är intressant. Det betyder att om man har luftöverskottet anggett som % CO₂ så måste detta räknas om till % O₂. Man kan då använda formeln: $(CO_2 - 20,4) / -0,977^* = \% O_2$. För enklare överslagsberäkningar räcker det med att gå in i nedanstående diagram.

* konstant för kurvans lutning beräknas enligt formel: $(20,4-0) / (0-20,95) = -0,977$



Exempel A (formel)

Om det uppmätta CO₂-halten är 9,0 % så beräknas O₂-halten enligt formel nedan:

$$(9,0 - 20,4) / -0,977 = 11,71 \%$$

Exempel B (via diagram)

Om det uppmätta CO₂-halten är 9,0 % så går man in vid 9% går vågrät tills man möter det diagonala strecket, och går därefter lodrät nedåt och läser av aktuell O₂-halt (c:a 11,7) i %

2. Räkna om CO i ppm till mg/Nm³ vid t.ex. 10% O₂.

Nästa steg blir att räkna om de ppm CO som man läser av på instrumenten till den nya enheten. Detta kan för en lekman verka vara en aning omständigt, men uträkningen går att beskriva som en formel som sedan kan läggas in i en mät dator som "on line" kan tala om hur utsläppen se ut just för ögonblicket.

För att förklara hur man egentligen gör beräkningen gäller nedanstående parametrar:

a) Vid omräkningen skall man alltid ha **torr gas**. Om man vid analystillfället använder rökgaskylare så att mätprovet håller en temperatur av c:a 5°C är gasen att betrakta som torr.

b) Vidare behöver man känna till CO:s **molvik** som är 28 g/mol. Detta värde kommer av en kolatom som har molvikten 12 **plus** en syreatom med molvikten 16. Tillsammans blir detta 28 g/mol CO.

c) För att beräkna volym måste man också känna till gasens volym per mol. För nästan alla gaser anser man att ideal gas upptar 22,4 lit/mol.

Genom att dividera molvikten 28 g/mol med gasens volym 22,4 lit/mol erhålls en faktor **1,25** som, **om ingångsvärdet är ppm**, så ger detta direkt ger sorten i **mg/m³**.

d) Nu skall detta värde normaliseras till ett visst luftöverskott. Antag att det uppmätta O₂-värdet är 11,5 % . Om man önskar normalisera till 10% O₂ så skall man göra detta genom kompensera med en framräknad faktor. Denna faktor erhålls genom att lösa ekvationen:

$$(20,95 - 10,0) / (20,95 - 11,5) = 1,159$$

Om man istället skall justera till 13% O₂ så skall man göra detta genom att lösa ekvationen:

$$(20,95 - 13,0) / (20,95 - 11,5) = 0,841$$

Nu har vi förutsättningarna för att kunna räkna om aktuella värden till den nya enheten mg/Nm³ vid 10 (13)% O₂. Observera att jag i exemplet nedan har antagit att den verkligt uppmätta O₂-halten var 11,5% . Om man har ett annat värde får man naturligtvis en annan konstant.

Exempel:

Om man skall räkna om t.ex. 1000 ppm CO till sorten mg CO/Nm³ vid 10% O₂ (A), och vid 13% O₂ (B), ger detta formeln:

$$A) 1000 \text{ (CO)} \times 1,25 \text{ (CO-faktor)} \times 1,159 \text{ (vid 10\% O}_2\text{)} = 1.449 \text{ mg CO/Nm}^3 \text{ vid 10\% O}_2.$$

$$B) 1000 \text{ (CO)} \times 1,25 \text{ (CO-faktor)} \times 0,841 \text{ (vid 13\% O}_2\text{)} = 1.051 \text{ mg CO/Nm}^3 \text{ vid 13\% O}_2.$$

3. Räkna om THC (som propan) till OGC

I de nya miljökraven skall man dessutom ange utsläppen av OGC (totalkolväte). För detta behöver man t.ex. ett flamjoniseringsinstrument som kan ange utsläppet i THC. Beroende på vad man använder för spärgas blir uträkningen annorlunda. Vanligast är att använda metan eller propan. Enligt standard skall bör man använda propan.

a) Om propan används som gas skall man känna till **molvikten på propanets kolandel** som är 36 g/mol. Detta kommer av att propan (C₃H₈) har 3 kolatomer med molvikten 12. Vätets vikt skall alltså inte räknas med. Detta för att svaret skall bli **OGC- organiskt bundet kol** (räknat som propan).

Även om nästan alla gaser anses ha volymen 22,4 lit/mol så är det viktigt att känna till att just propan utgör **ett undantag från detta**. Propan ger bara 21,93 l/mol.

Genom att dividera propanets molvikt kol som är 36 g/mol med propan-gasens volym som är 21,93 l/mol erhålls en faktor 1,64 som direkt ger sorten **mg/m³**.

b) Även i detta fall skall vi normalisera till ett visst luftöverskott. Det går till på samma sätt som vid justeringen av CO-halten. Vi utgår också i detta fall att vi har det uppmätta O₂-värdet 11,5 % . Om man skall normalisera till 10% O₂ så skall man göra detta genom kompensera med en framräknad faktor. Detta värde beräknas genom att lösa ekvationen:

$$(20,95 - 10,0) / (20,95 - 11,5) = 1,159$$

Om man istället skall justera till 13% O₂ så skall man göra detta genom att lösa ekvationen:

$$(20,95 - 13,0) / (20,95 - 11,5) = 0,841$$

Detta är samma konstant som vid CO-korrigeringen. Observera att ingående O₂-halt är uppmätt till 11,5%. En annan O₂-halt ger en annan konstant.

c) När det gäller THC så är det en sak till som man måste ta hänsyn till. Till skillnad från CO-beräkningen måste man vid totalkolväteberäkningar alltid använda varm mätgas. Detta för att oförbrända rester av kolväten inte skall kondensera i kylaren och därmed inte finnas med vid värderingen.

Normalt håller mätgasen en temperatur av 200°C, vilket ger en faktor på 1,10 som skall multipliceras med det framräknade resultatet.

Nu har vi förutsättningarna för att kunna räkna om THC-haltens aktuella värden till den nya enheten mg OGC/Nm³ vid 10 (13)% O₂.

Exempel:

Om man skall räkna om t.ex. 100 prop.ekv. THC till sorten mg OGC/Nm³ vid 10% O₂ (A), och vid 13% O₂ (B), ger detta formeln:

A) 100 (THC) x 1,64 (propan-faktor) x 1,159 (vid 10% O₂) x 1,10 (korr varm gas) = 209 mg OGC/Nm³ vid 10% O₂.

B) 100 (THC) x 1,64 (propan-faktor) x 0,841 (vid 13% O₂) x 1,10 (korr varm gas) = 152 mg OGC/Nm³ vid 13% O₂.

4. Räkna om NO₂ i ppm till mg/Nm³ vid t.ex. 10% O₂.

I de nya miljökraven finns inget gränsvärde för kväveoxider. Men det är troligt att vi förr eller senare kommer att få krav även på dessa utsläpp. Det är då troligt att gränsvärdet kommer att anges i samma enhet som övriga utsläpp. Om man vill räkna om NO₂ till den nya enheten gäller följande:

a) Vid omräkningen skall man alltid ha **torr gas**. Om man vid analystillfället använder rökgaskylare så att mätprovet håller en temperatur av c:a 5°C är gasen att betrakta som torr.

b) Vidare behöver man känna till NO₂:s **molvikt** som är 46 g/mol. Detta värde kommer av en kväveatom som har molvikten 14 **plus** två syreatomer med molvikten 16. Tillsammans blir detta 46 g/mol.

c) För att beräkna volym måste man också känna till gasens volym per mol. För ideal gas anser man att gasen upptar 22,4 lit/mol.

Genom att dividera molvikten 46 g/mol med gasens volym 22,4 lit/mol erhålls en faktor **2,05** som, **om ingångsvärdet är ppm**, direkt ger sorten g/dm³ eller **mg/m³**.

d) Detta värde skall sedan normaliseras på samma sätt som ovan. Också i detta fall är det uppmätta O₂-värdet 11,5%. Om man skall justera till 10% O₂ så skall man göra detta genom kompensera med en framräknad faktor. Detta värde beräknas genom att lösa ekvationen:

$$(20,95 - 10,0) / (20,95 - 11,5) = 1,159$$

Om man istället skall justera till 13% O₂ så skall man göra detta genom att lösa ekvationen:

$$(20,95 - 13,0) / (20,95 - 11,5) = 0,841$$

Härmed blir omräkningstalet det samma som i de tidigare exemplen.

Exempel:

Om man skall räkna om t.ex. 70 ppm NO₂ till sorten mg NO₂/Nm³ vid 10% O₂ (A), och vid 13% O₂ (B), ger detta formeln:

A) $70 \text{ (NO}_2\text{)} \times 2,05 \text{ (NO}_2\text{-faktor)} \times 1,159 \text{ (vid 10\% O}_2\text{)} = 166 \text{ mg NO}_2\text{/Nm}^3 \text{ vid 10\% O}_2\text{.}$

B) $70 \text{ (NO}_2\text{)} \times 2,05 \text{ (NO}_2\text{-faktor)} \times 0,841 \text{ (vid 13\% O}_2\text{)} = 121 \text{ mg NO}_2\text{/Nm}^3 \text{ vid 13\% O}_2\text{.}$

I och med detta hoppas jag att det hela blivit lite klarare (eller?). Oavsett vad vi tycket om detta så får vi nog vänja oss vid detta nya sätt att beräkna miljöutsläpp på eftersom det är en ny Europastandard. En annan fördel är att alla tillverkare över hela Europa nu kommer att kunna redovisa utsläppen på samma sätt. **Men-** ännu finns ingen allmänt vedertagen provningsmetod fastslagen som redovisar **hur** man skall samla in mätdata, och vid vilka effekter man skall miljöprova utrustningen. Så alla frågetecken och tråtor om tolkningar av framtida utsläpp har ännu inte lyckats lösas.

Bengt- Erik Löfgren

Äfab